## PCT

#### WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Integnationales Büro

# INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6:

H02K 15/04

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 99/34499

A1

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

8. Juli 1999 (08.07.99)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE98/02987

(22) Internationales Anmeldedatum: 9. Oktober 1998 (09.10.98)

(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CZ, JP, KR, MX, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

(30) Prioritätsdaten:

197 57 742.3 198 17 304.0 23. Dezember 1997 (23.12.97)

18. April 1998 (18.04.98)

DE DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KIRSCHNER, Roland [DE/DE]; Steig 11, D-71299 Wimsheim (DE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING WAVE WINDINGS FOR ELECTRICAL MACHINES

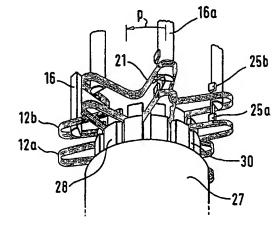
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM HERSTELLEN VON WELLENWICKLUNGEN FÜR ELEKTRISCHE MASCHINEN

#### (57) Abstract

The invention relates to a method and to a device for producing wave windings for electrical machines, more particularly, for three-phase generators. Each phase is formed by wave windings (12) that are split into two halves (12a, 12b), are initially shaped to form an undulated star, are staggered in relation to each around a pole pitch and finally drawn into the grooves of a stator coil. Said wave winding can be easily and reliably produced by initially winding the first half (12a) of the winding in the form of a circle or a polygon in a first winding direction and subsequently inserting the passing winding wire (15) into a winding loop (21) in the opposite winding direction so that the second half (12b) of the winding is wound in the opposite direction and both winding halves are equally shaped to form a star. Subsequently, both winding halves (12a, 12b) are spun around a pole pitch (p) in relation to each other in such a way that the winding loop (21) is inserted in the star shape between both winding halves

#### (57) Zusammenfassung

Es wird ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Herstellen von Wellenwicklungen für elektrische Maschinen, ins-



besondere Drehstromgeneratoren vorgeschlagen, bei denen jede Phase aus einer in zwei Hälften (12a, 12b) aufgeteilten Wellenwicklung (12) gebildet wird, die zunächst zu einer gewellten Sternform umgeformt, gegeneinander um eine Polteilung versetzt und schließlich gemeinsam in die Nuten eines Statorblechpakets eingezogen werden. Eine einfache und sichere Herstellung dieser Wellenwicklung besteht darin, daß zunächst die erste Wicklungshälfte (12a) in einer ersten Wickelrichtung kreisförmig bzw. polygonal gewickelt und danach der durchgehende Wicklungsdraht (15) in einer Wickelschlaufe (21) in die entgegengesetzte Wickelrichtung überführt wird, daß sodann die zweite Wicklungshälfte (12b) in die entgegengesetzte Richtung gewickelt wird und daß beide Wicklungshälften gleichförmig zu einem Stern verformt werden, daß anschließend die beiden Wicklungshälften (12a und 12b) um eine Polteilung (p) gegeneinander derart verdreht werden, daß dabei die Wicklungsschlaufe (21) zwischen den beiden Wicklungshälften in die Sternform mit übergeht.

# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

							•
AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien ,	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Osterreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
ΑU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
ΑZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Togo Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Turkmenistan
BG	Bulgarien	HU	Ungam	ML	Mali	TT	Türkei
ВJ	Benin	Œ	Irland	MN	Mongolei		Trinidad und Tobago
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	UG	Uganda
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten vo
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE			Amerika
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niger	UZ	Usbekistan
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan		Niederlande	VN	Vietnam
CI	Côte d'Ivoire	KP		NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CM	Kamerun	141	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neusceland	ZW	Zimbabwe
CN	China	KR		PL	Polen		
CU	Kuba	KZ	Republik Korea Kasachstan	PT	Portugal		
CZ	Tschechische Republik	LC		RO	Rumanien		
DE .	Deutschland		St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DK	Dänemark	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
EE	Estland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estatio .	LR	Liberia	SG	Singapur		

- 1

5

# 10 <u>Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von</u> Wellenwicklungen für elektrische Maschinen

Stand der Technik

15 Die Erfindung geht aus von einem Verfahren und einer Vorrichtung zum Herstellen von Wellenwicklungen für elektrische Maschinen nach der US-PS 4,857,787. Dort wird die Wicklung einer jeden Phase eines Drehstromgenerators zunächst auf einer Trommel bzw. einem Polygon mit der 20 erforderlichen Windungszahl aufgewickelt und sternförmig verformt. Danach wird die Wicklung in zwei Hälften aufgeklappt, so daß die beiden Hälften nebeneinanderliegen. Dann werden die beiden Hälften derart verschwenkt, daß in die Lücken der sternförmigen Schleifen bzw. Welle einer 25 Wicklungshälfte jeweils eine Schleife der anderen Wicklungshälfte liegt. Danach wird die so vorbereitete Wellenwicklung der einen Phase in bekannter Weise axial in die Schlitze eines Statorbleckpaketes eingezogen. In gleicher Weise werden anschließend die Wicklung der zweiten 30 und der dritten Phase des Drehstromgenerators nacheinander vorgeformt, geteilt, zueinander versetzt übereinandergeschwenkt und in das Statorblechpaket eingezogen.

- 2 -

Das Aufteilen der Phasenwicklung in je zwei Teile sowie das Gegeneinanderverschwenken ist bei diesem Verfahren relativ aufwendig und durch Handhabungsautomaten für eine Großserienherstellung nur mit einer Vielzahl von störanfälligen Fertigungsschritten zu realisieren.

Mit der vorliegenden Lösung soll die automatische Großserienherstellung von zweigeteilten Wellenwicklungen mit gegeneinander versetzten Wellen vereinfacht und verbessert werden.

## Vorteile der Erfindung

5

10

Das erfindungsgemäße Verfahren und die dafür vorgesehene Vorrichtung zum Herstellen von zueinander versetzten 15 Wellenwicklungshälften nach den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 1 und 3 hat den Vorteil, daß bereits auf einer Wickelglocke die beiden durchgehend hintereinander gewickelten Wicklungshälften in einen zueinander 20 entgegengesetzten Wickelsinn gewickelt und sternförmig vorgeformt werden. Über eine zwischen beiden Wicklungshälften geformte Wickelschlaufe können anschließend die beiden Wicklungshälften gegeneinander um eine Polteilung nach links oder rechts verdreht werden, so daß dann die 25 sternförmig ausgebildeten Wellen der beiden Wicklungshälften zueinander um eine Polteilung versetzt sind. Nachfolgend wird die so vorgeformte Wellenwicklung in bekannter Weise in ein Statorblechpaket eines Generators eingezogen. In gleicher Weise werden alle drei Phasenwicklungen des 30 Drehstromgenerators als Wellenwicklungen einzeln hergestellt und nacheinander in das Statorblechpaket eingezogen. Auf diese Weise können die Wellenwicklungen mit zueinander versetzten Wicklungshälften auf einfache und sichere Weise in wenigen Arbeitsschritten an einer Wickelstation 35 hergestellt und an eine Einziehstation übergeben werden.

WO 99/34499

- 3 -

PCT/DE98/02987

#### Zeichnung

5

10

15

20

Einzelheiten der Erfindung sind in einem Ausführungsbeispiel in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 das Wickeln der ersten Spulenhälfte in schematischer Darstellung, Figur 2 das Wickeln der Schlaufe mit Umkehr der Wickelrichtung, Figur 3 das Wickeln der zweiten Wicklungshälfte; Figur 4 zeigt die Wickelvorrichtung mit einem darunter angeordneten Einziehwerkzeug, Figur 5 zeigt die sternförmig vorgeprägte Wellenwicklung, Figur 6 zeigt die Wellenwicklung, deren eine Hälfte in das Einziehwerkzeug abgestreift ist, Figur 7 zeigt die Verdrehung der oberen Wicklungshälfte, Figur 8 zeigt die fertige Wellenwicklung im Einziehwerkzeug, Figur 9 zeigt das Einziehwerkzeug im Längsschnitt nach dem Einziehen der Wellenwicklung, Figur 10 zeigt ein Statorblechpaket mit der einen geteilten Wellenwicklung und Figur 11 den fertigen Stator mit den drei Phasenwicklungen.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Zur Herstellung eines Stators 10 gemäß Figur 11, mit einer Dreiphasen-Wellenwicklung 11, wird jede der drei Phasenstränge durch eine Wellenwicklung 12 mit zueinander versetzten Wicklungshälften 12a und 12b auf einer Wickelvorrichtung 13 gemäß Figur 4 vorgefertigt. Die Figuren 1 bis 3 zeigen in schematischer Weise die Herstellung einer solchen Wellenwicklung 12 aus Figur 10. Ein Drahtklemmer 14 hält ein Ende 15a eines Wicklungsdrahtes 15 gemäß Figur 1b am unteren Ende eines Formbacken 16 fest. Sechs solcher Formbacken sind gemäß Figur 1a sternförmig in der Wickelvorrichtung 13 angeordnet. Der Wicklungsdraht 15 wird

- 4 -

dabei über eine Drahtdüse 17 von einer nicht dargestellten Vorratstrommel entnommen. Die Formbacken 16 sind in einer Wickelglocke 18 der Wickelvorrichtung 13 gemäß Figur 4 radial beweglich angeordnet. Zur Herstellung der ersten Wicklungshälfte 12a werden die Formbacken 16 im Uhrzeigersinn mit der Wickelglocke 18 gedreht, so daß die erste Wicklungshälfte 12a mit vier vollständigen Windungen in Polygonform entsteht.

5

25

30

35

Nun wird die Wickelvorrichtung angehalten, wobei der
Formbacken 16a in Höhe der Drahtdüse 17 stehenbleibt. Aus
Figur 2 ist erkennbar, daß der Formbacken 16a in seinem
vorderen Bereich eine segmentförmige Aussparung 19 aufweist,
in der vorn ein axial verlaufender stegförmiger

Schlaufenzieher 20 stehenbleibt. Die Drahtdüse 17 wird nun
an diesen Schlaufenzieher herangeführt und der
Wicklungsdraht 15 wird von der Drahtdüse 17 nunmehr um den
Schlaufenzieher 20 von unten nach oben herumgeführt, wobei
die Formbacken 16 und 16a mitsamt der Wickelglocke 18 axial
nach unten verschoben werden.

Jetzt wird die Wickelglocke 18 entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn langsam weitergedreht und die Drahtdüse 17 wird wieder in ihre Außenposition zurückgefahren. Dabei entsteht am Schlaufenzieher 20 eine Wickelschlaufe 21, wie dies in Figur 2b erkennbar ist.

Gemäß Figur 3 wird nun die zweite Wicklungshälfte 12b in entgegengesetzter Wickelrichtung durch eine entsprechende Umdrehungszahl der Wickelglocke 18 hergestellt.

Figur 4 zeigt die Wickelvorrichtung 13 zur Herstellung der Wellenwicklung 12 in raumbildlicher Darstellung. Dort ist erkennbar, daß auf der Unterseite der Wickelglocke 18 die sechs Formbacken 16 in polygoner Anordnung auf radial nach

- 5 -

innen verlaufenden Achsen 22 verschiebbar angeordnet sind, wobei der Antrieb 16b pneumatisch, über Bowdenzüge oder über andere Mittel versorgt wird. Zwischen den Formbacken 16 sind jeweils Formhebel 23 angeordnet, die ebenfalls über je einen Antrieb 23a auf radial angeordneten Achsen 24 durch Pneumatik, Bowdenzug oder dgl. verschiebbar sind. Die sechs Formhebel 23 sind dabei in ihrer äußeren Position nach innen hochgeschwenkt in Figur 4 dargestellt, so daß sie beim Wickeln der ersten und zweiten Wicklungshälfte 12a und 12b nicht in den Wickelbereich ragen können. Auf der Rückseite der Formbacken 16 ist jeweils ein Abstreifer 25 axial verschiebbar angeordnet, welcher mit einem Abstreifarm 25a oberhalb der ersten Wicklungshälfte 12a und mit einem weiteren Abstreifarm 25b oberhalb der zweiten Wicklungshälfte 12b vorsteht, wie dies auch in den Figuren 1b bis 3b erkennbar ist. Die Wickelglocke 18 ist über einen Antrieb 26 in Richtung der Pfeile sowohl in beide Drehrichtungen drehbar als auch in Axialrichtung verschiebbar.

20

25

Ó

5

10

15

Unterhalb der Wickelglocke 18 befindet sich ein Einziehwerkzeug 27 mit einer Aufnahmekrone 28 und dazu radial innenliegend Einziehnadeln 29 (in Figur 8 erkennbar). Zwischen den Einziehnadeln 29 ist die Aufnahmekrone 28 mit Längsschlitzen 30 versehen. Das Einziehwerkzeug 27 sitzt auf einem verschwenkbaren Werkzeugtisch 31, der gegebenenfalls auch höhenverstellbar ist.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird nunmehr gemäß Figur
5 die obere und untere Wicklungshälfte 12a und 12b
gleichzeitig sternförmig verformt, in dem die sechs
Formbacken 23 zunächst von ihrem Antrieb 23a senkrecht
herausgeklappt und dann über die Achsen 24 radial nach innen
bewegt werden, wie dies durch Pfeile in Figur 5 angedeutet
ist. Gleichzeitig werden dabei die Formbacken 16 auf ihren

<del>-</del>. 6 -

5

10

15

WO 99/34499 PCT/DE98/02987

Achsen 22 nachgebend radial nach innen verschoben, was ebenfalls in Figur 5 durch entsprechende Pfeile angedeutet ist. Beide Wicklungshälften 12a und 12b sitzen nun mit Abstand übereinander sternförmig auf den Formbacken 16 und den Formhebeln 23.

In weiteren Schritten werden nun die Formbacken 16 um 3 mm in Pfeilrichtung gemäß Figur 5 bewegt, die Spule 12 entspannt, die Drahtklemmung 14 geöffnet und dann gemäß Figur 6 mit den Abstreifern 25 die untere Wicklungshälfte 12a von den Formbacken 16 abgestreift, wobei sie mit ihren sternförmigen Schenkeln in Längsschlitze 30 der Aufnahmekrone 18 des Einziehwerkzeugs 27 aufgenommen wird. Die obere Wicklungshälfte 12b wird dabei ebenfalls von den Abstreifern 25b mit nach unten verschoben, bleibt jedoch noch im unteren Bereich der Formbacken. Obere und untere Wicklungshälfte 12a und 12b sind nunmehr nur über die Wicklungsschlaufe 21 miteinander verbunden.

In dem nachfolgenden Verfahrensschritt wird nun die Wickelglocke 18 um eine Polteilung p der zwölfpoligen Wellenwicklung 12, d.h. um 30° in Richtung des Pfeiles nach links zurückgedreht, so daß nunmehr die sternförmigen Wellen der beiden Wicklungshälften 12a und 12b gegeneinander versetzt sind. Die Wicklungsschlaufe 21 wird dabei nach links umgelegt, so daß sie ebenfalls den Verlauf der oberen Wicklungshälfte 12b folgt.

In einem weiteren Verfahrensschritt wird nun auch die obere

Wicklungshälfte 12b mit dem Abstreifer 25 von den Formbacken
16 abgestreift und in die Längsschlitze 30 an der
Aufnahmekrone 28 des Einziehwerkzeugs eingelegt. Wie Figur 8
zeigt, liegen nunmehr die Wellen der beiden Wicklungshälften
12a und 12b symmetrisch zueinander versetzt in den
Längsschlitzen 30 der Aufnahmekrone 28. In diesem Zustand

- 7 -

werden die Abstreifer 25 wieder angehoben. Die Formhebel werden nun wieder in die äußere Position zurückgefahren und schwenken dabei in ihre Ausgangsposition gemäß Figur 4 zurück und die Wickelglocke 18 geht nach oben. Auf dem oberen Teil 28a (Figur 4) der Aufnahmekrone 28 wird ein Statorblechpaket 32 fixiert. Dann schwenkt der Werkzeugtisch 31 zu einer in Figur 9 schematisch dargestellten Einziehstation 34. Dort wird in bekannter Weise die vorgeformte Wellenwicklung 12 in die Nuten des Statorblechpaketes 32 mittels eines Einziehstempels 33 eingezogen und die oberen Wickelköpfe 12c werden mittels Nachdrückbacken 35 in die aus Figur 10 erkennbare Position radial nach außen gedrückt. Außerdem wird in dieser Station auch noch ein Nutenverschluß vorgenommen. Von den beiden Wicklungshälften werden auf diese Weise beidseitig über den Umfang des Statorblechpaketes 32 sich abwechselnde Wickelköpfe 12c gebildet. Dabei wird das Statorblechpaket 32 von einem Paketspannring 36 auf der Aufnahmekrone 28 gehalten.

20

25

5

10

15

In der zuvor beschriebenen Weiswe wird nun eine weitere Wellenwicklung an der Wickelvorrichtung nach Figur 4 hergestellt und sternförmig verformt. Anschließend werden die beiden Wicklungshälften in der beschriebenen Weise um eine Polteilung gegeneinander verdreht und dann vom Einziehwerkzeug aufgenommen und schließlich in das Statorblechpaket neben der ersten Wellenwicklung in die dafür vorgesehenen Nuten eingezogen. In gleicher Weise erfolgt auch die Herstellung und Einziehung der dritten Wellenwicklung, so daß schließlich gemäß Figur 11 ein fertiger Stator mit einer Drei-Phasen-Wellenwicklung 11 entstanden ist. Dort sind die Anfänge und Enden der drei Phasen der Drehstromwellenwicklung mit U, V, W und X, Y und Z bezeichnet.

35

30

- 8 -

Bei diesen Wellenwicklungen mit jeweils zueinander gegenläufig versetzten Wellenwicklungshälften läßt sich der Nutenfüllfaktor im Statorblechpaket 32 gegenüber einteiligen Wellenwicklungen bis zu 10 % erhöhen. Bei Generatoren mit größeren Leistungen kann der Nutenfüllfaktor auch noch dadurch erhöht werden, daß anstelle eines Wicklungsdrahtes mit relativ großem Querschnitt zwei oder mehrere Wicklungsdrähte mit entsprechend kleinerem Querschnitt zueinander parallel gewickelt und verschaltet werden.

10

15

20

25

30

35

5

Das Verschwenken der beiden Wicklungshälften 12a und 12b gegeneinander in der Wickelvorrichtung nach Figur 4 kann in gleicher Weise auch durch Verdrehen der oberen Wicklungshälfte 12b gegenüber der unteren 12a nach rechts erfolgen. In diesem Fall würde sich die Wickelschlaufe 21 nicht gemäß Figur 7 zur oberen Wicklungshälfte 12b hin umlegen, sondern zu der unteren Wicklungshälfte 12a. Damit in diesem Fall die untere Wicklungshälfte 12a nicht länger und die obere 12b nicht kürzer wird, müssen Wickelanfang der unteren Wicklungshälfte 12a und Wickelende der oberen Wicklungshälfte 12b entsprechend positioniert werden. In gleicher Weise können die beiden Wicklungshälften 12a und 12b alternativ auch in entgegengesetzter Wickelrichtung - also die erste Hälfte rechtsherum und die zweite Hälfte linksherum - auf den Formbacken aufgewickelt werden. Der Schlaufenzieher muß in diesem Fall auf der rechten Seite am Formbacken 16a angeordnet werden. Bei einer Anordnung des Schlaufenziehers 21 in der Mitte des Formbackens 16a kann die Wickelvorrichtung für beide Wickelrichtungen verwendet werden.

In jedem Fall bleibt der Stromfluß in den Wicklungsabschnitten der beiden Wicklungshälften innerhalb der Nuten des Blechpaketes durch die Verdrehung um 30°, d.h. um eine Polteilung stets gleich.

-9-

Da sich am Nutaustritt die Wellenwicklung in beide Richtungen in zwei Hälften teilt, kreuzen sich an den Spulenköpfen die drei Wicklungsstränge immer nur mit der halben Anzahl der Leitungsdrähte einer benachbarten Phasenwicklung. Dies führt gegenüber einer ungeteilten Wicklung zu einem flacheren Wickelkopf mit gleichmäßiger Drahtführung, bei einer Strömungs-Geräuschsenkung und besserer Kühlung.

10

5

- 10 -

5

### Ansprüche

1. Verfahren zum Herstellen von Wellenwicklungen für elektrische Maschinen, insbesondere für den Stator von 10 Drehstromgeneratoren, wobei jede der drei Wicklungsphasen (12) aus einer in zwei Hälften (12a, 12b) aufgeteilten Wellenwicklung (12) gebildet wird, die aus mindestens einem durchgehenden Wicklungsdraht (15) kreisförmig bzw. polygon gewickelt und zu einer gewellten Sternform umgeformt wird, 15 indem sodann die beiden Wicklungshälften (12a, 12b) um eine Polteilung (p) gegeneinander versetzt und schließlich gemeinsam in die Nuten eines Statorblechpakets (32) eingezogen werden, wodurch beidseitig am Statorblechpaket 20 über dessen Umfang sich abwechselnde Wickelköpfe (12c) der beiden Wicklungshälften ausgebildet werden, dadurch gekennzeichnet, daß zunächst die erste Wicklungshälfte (12a) in eine erste Wickelrichtung kreisförmig bzw. polygonal gewickelt und danach der durchgehende Wicklungsdraht (15) in 25 einer Wickelschlaufe (21) in die entgegengesetzte Wickelrichtung überführt wird, daß sodann die zweite Wicklungshälfte (12b) in die entgegengesetzte Richtung gewickelt wird, daß ferner beide Wicklungshälften (12a und 12b) vorzugsweise gleichzeitig, gleichförmig zu einem Stern 30 verformt werden und daß schließlich die beiden Wicklungshälften um eine Polteilung (p) gegeneinander verdreht werden und dabei die Wickelschlaufe (21) zwischen den beiden Wicklungshälften (12a und 12b) in die Sternform mit übergeht.

35

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer in beide Drehrichtungen antreibbaren Wickelglocke (18) mit am Umfang verteilten, radial bewegbaren Formbacken (16) zunächst die erste Wicklungshälfte (12) auf die Formbacken (16) gewickelt, dann der Wicklungsdraht (15) über einen vorzugsweise an einem Formbacken (16a) angeordneten Schlaufenzieher (20) zu einer Verbindungsschlaufe (21) für die entgegengesetzte Wickelrichtung geformt wird, daß anschließend axial versetzt die zweite Wicklungshälfte (12b) mit Drehrichtungswechsel auf die Formbacken (16) gewickelt wird, sodann beide Wicklungshälften gleichzeitig mittels von außen nach radial innen bewegte Formhebel (23) gleichmäßig zu einem gewellten Stern verformt werden, daß danach eine Wicklungshälfte (12a) von der Wickelglocke (18) in einer Aufnahme, vorzugsweise einem Einziehwerkzeug (27) abgelegt und nun die Wickelglocke (18) mit der verbliebenen anderen Wicklungshälfte (12b) um eine Polteilung (p) vorzugsweise in die erste Drehrichtung verdreht und schließlich auch diese von der Wickelglocke (18) abgestreift und in der Aufnahme oberhalb der ersten Wicklungshälfte (12a) abgelegt wird.

5

10

15

20

25

30

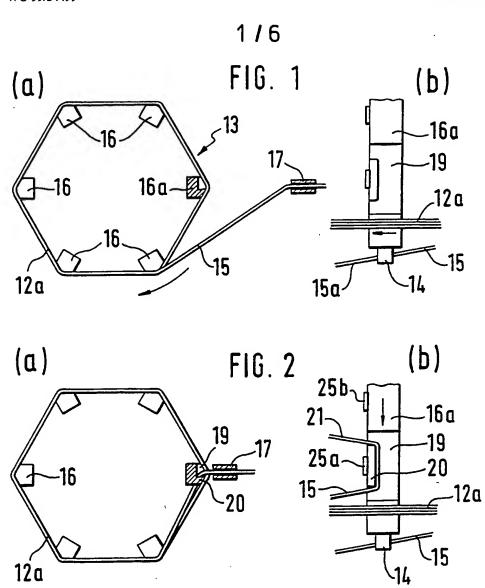
35

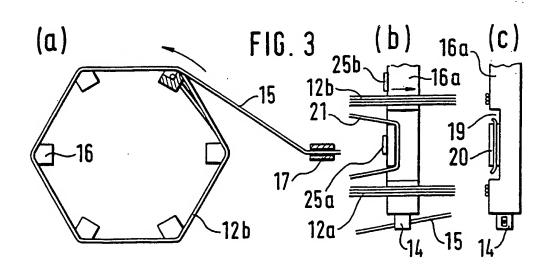
3. Vorrichtung zum Herstellen von Wellenwicklungen für elektrische Maschinen, insbesondere für den Stator von Drehstromgeneratoren nach dem Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer in beide Drehrichtungen antreibbaren Wickelglocke (18) mit am Umfang verteilten, radial bewegbaren Formbacken (16) eine erste Wicklungshälfte (12a) aufwickelbar ist, daß ferner ein Schlaufenzieher (20) vorgesehen ist, über den der Wicklungsdraht (15) am Ende der ersten Wicklungshälften (12a) in einer Wickelschlaufe (21) in die zweite Wicklungshälfte (12) überführbar und danach in entgegengesetzter Richtung auf die Formbacken (16) aufwickelbar ist, und daß zwischen den Formbacken (16) jeweils von außen radial nach innen verschiebbare

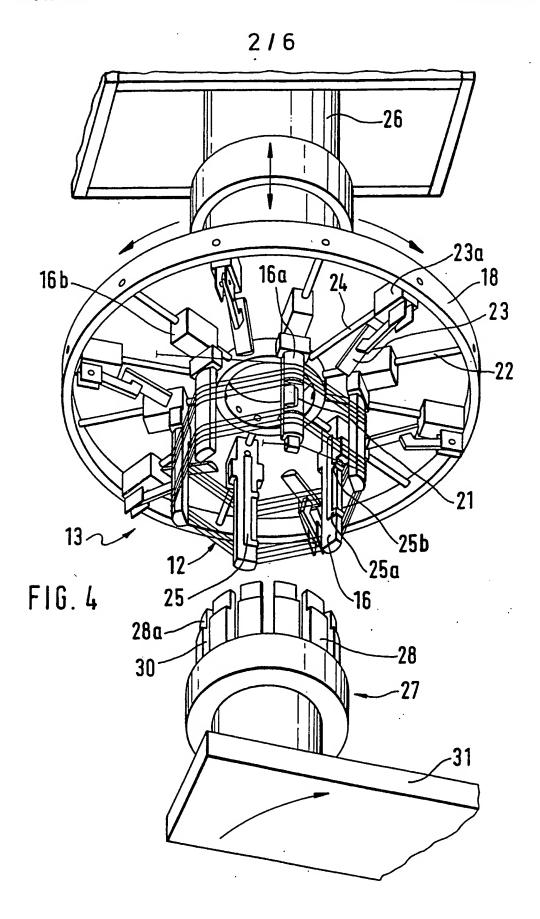
- 12 -

Formkörper, insbesondere Formhebel angeordnet sind, mittels derer die beiden Wicklungshälften vorzugsweise gleichzeitig sternförmig zu formen sind.

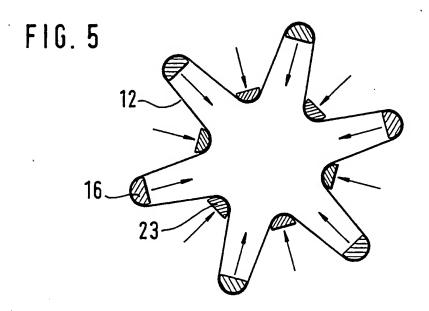
- 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich der Formbacken (16) für die beiden Wicklungshälften (12a und 12b) Abstreifer (25) axial verschiebbar angeordnet sind, mit denen zunächst die untere Wicklungshälfte (12a) abzustreifen ist, um sie gegen die oberen Wicklungshälfte (12b) um eine Polteilung (p) zu verdrehen, so daß die Wickelschlaufe (21) in die Sternform mit übergeht.
- 5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch
  gekennzeichnet, daß an mindestens einem der Formbacken (16)
  ein Schlaufenzieher (20) in Form eines axialen Steges in
  einer segmentförmigen Aussparung (19) an der Vorderseite des
  Formbacken (16a) angeordnet ist.

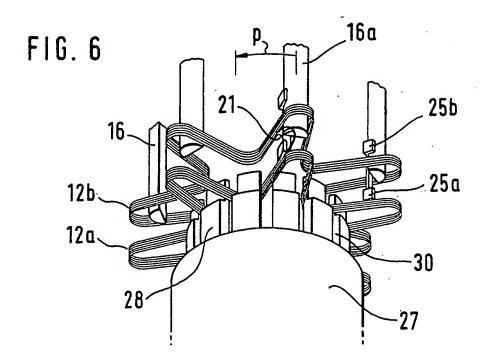




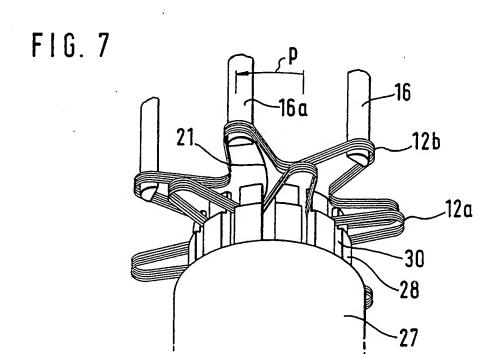


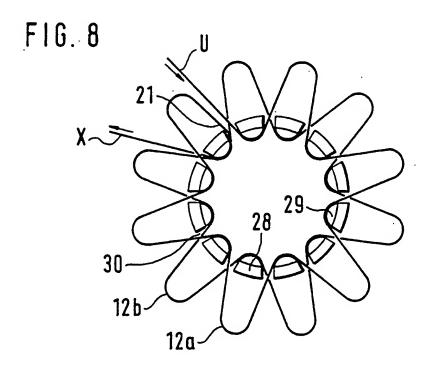






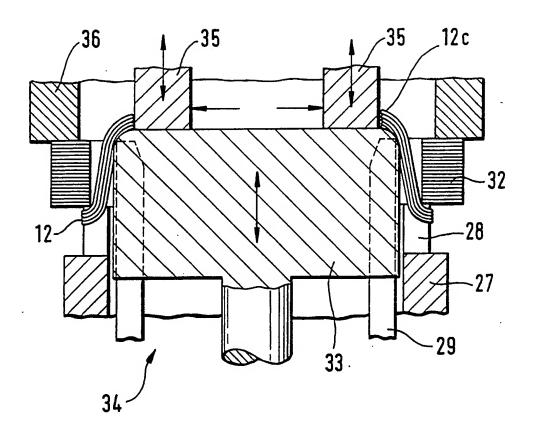
4/6



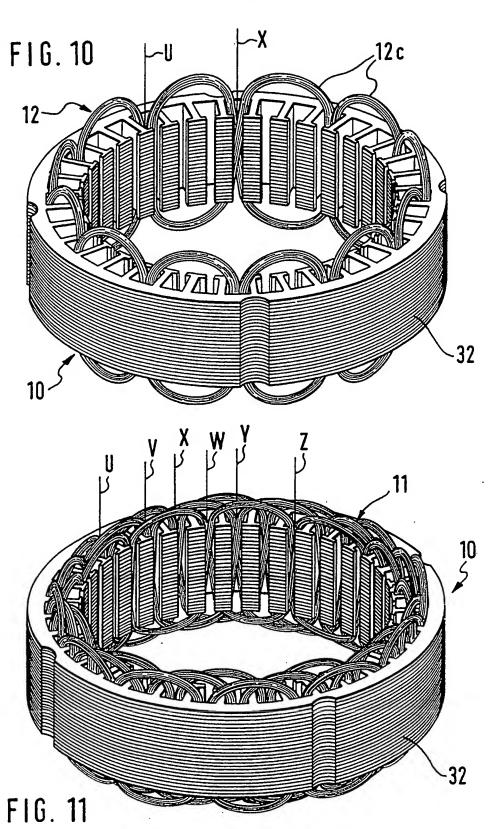


5/6

F1G. 9







# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int .tional Application No PCT/DE 98/02987

A. CLASSI IPC 6	IFICATION OF SUBJECT MATTER H02K15/04			
According to	to International Patent Classification (IPC) or to both national classi	fication and IPC		
	SEARCHED			
IPC 6	ocumentation searched (classification system followed by classific H02K			
Documenta	tion searcned other than minimum documentation to the extent tha	it such documents are included in the	e fields searched	
Electronic d	data base consulted during the international search (name of data	base and, where practical, search te	rms used)	
`				
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the	relevant passages	Relevant to claim No.	
A, P	WO 98 25444 A (POLYTOOL S R L) 18 June 1998 see page 5, line 24 - page 11, figures 1-12	line 2;	1-5	
A	US 4 512 376 A (BARRERA GIORGIO 23 April 1985 see column 2, line 56 - column figures 1-6		1-5	
A,P	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 098, no. 011, 30 September & JP 10 164805 A (HITACHI LTD) 19 June 1998 see abstract		1-5	
		-/		
X Furti	her documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family members	are listed in annex.	
* Special ca	ategories of cited documents:	T* later document published afte		
consid	ent defining the general state of the art which is not dered to be of particular relevance document but published on or after the international date	cited to understand the principle or theory underlying the invention  "X" document of particular relevance; the claimed invention		
citatio	ant which may throw doubts on priority claim(s) or is cited to establish the publication date of another n or other special reason (as specified) ent referring to an oral disclosure, use, exhibition or	"Y" document of particular relevant cannot be considered to invo	en the document is taken alone	
other i	means  ent published prior to the international filing date but han the pnority date claimed	ments, such combination bei in the art.  "&" document member of the sam	ng obvious to a person skilled	
Date of the	actual completion of the international search	Date of mailing of the interna	<del> </del>	
2	4 March 1999	08/04/1999		
Name and r	mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijawijk	Authorized officer		
	Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo ni, Fax: (+31-70) 340-3016	Tangocci, A		

1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In itlonal Application No PCT/DE 98/02987

CICantin	Mind POCHASTIZO CONSIDERED DO CO.	PCT/DE 98/02987		
Category *	ation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT			
Salegoly	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages		Relevant to claim No.	
A	US 4 857 787 A (TAJI RYOICHI ET AL) 15 August 1989 cited in the application see column 2, line 40 - column 3, line 16; figures 1-6		1-5	
		-		

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

PCT/DE 98/02987

Patent document cited in search report		Publication date	Patent tamily member(s)		Publication date
WO 9825444	A	18-06-1998	IT IT AU	T0970220 A T0970376 A 6723098 A	18-09-1998 30-10-1998 03-07-1998
US 4512376	Α	23-04-1985	US	4580606 A	08-04-1986
US 4857787	Α	15-08-1989	JP JP JP EP	1767584 C 4042899 B 62018952 A 0209091 A	11-06-1993 14-07-1992 27-01-1987 21-01-1987